

(19) 日本国特許庁 (JP)

# (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 1 1 - 2 6 5 2 1 8

(43) 公開日 平成 11 年 (1999) 9 月 28 日

(51) Int. Cl. 6		識別記号	F 1	
G 0 5 D	7/06		G 0 5 D	7/06 Z
G 0 1 F	1/00		G 0 1 F	1/00 X
	13/00	3 1 1		13/00 3 1 1 A
H 0 1 L	21/205		H 0 1 L	21/205

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L

(全 1 4 頁)

(21) 出願番号 特願平10-68427

(22) 出願日 平成 10 年 (1998) 3 月 18 日

(71) 出願人 000001122

国際電気株式会社

東京都中野区東中野三丁目14番20号

(72) 発明者 中村 直人

東京都中野区東中野三丁目14番20号

電気株式会社内

国際

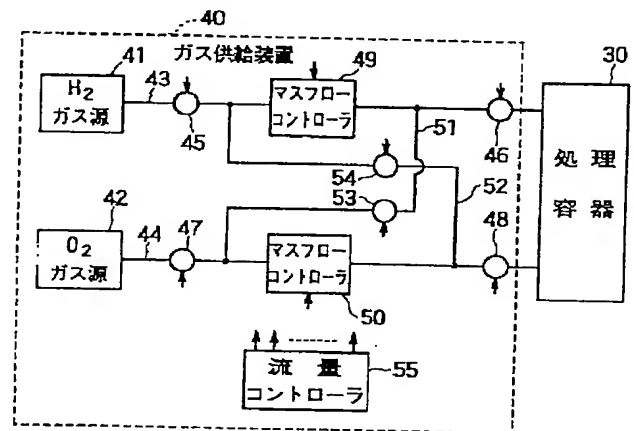
(74) 代理人 弁理士 油井 透 (外2名)

(54) 【発明の名称】 自動流量／流量比変換データ校正装置及びガス供給装置

(57) 【要約】

【課題】 流量／流量比変換データを自動的に校正することができるようにする。

【解決手段】 H<sub>2</sub>ガスの流量／流量比変換データを校正する場合、流量コントローラ55は、マスフローコントローラ49に所定の目標値を指定する。また、流量コントローラ55と、O<sub>2</sub>ガス源42と、マスフローコントローラ50とは、流量コントローラ55により指定されたマスフローコントローラ49の目標値に対応する流量以下の流量のO<sub>2</sub>ガスをマスフローコントローラ49に供給する。そして、流量コントローラ55は、マスフローコントローラ49に供給されたO<sub>2</sub>ガスの流量とこの流量のガスをマスフローコントローラ49に供給したときのマスフローコントローラ49の検出値とに基づいて、H<sub>2</sub>ガスの流量／流量比変換データを校正する。O<sub>2</sub>ガスの流量／流量比変換データの校正も同じようにしてなされる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 目標値と検出値がそれぞれ制御可能な最大流量に対する目標流量と検出流量の比で表される自動ガス流量制御装置に対して、所定の目標値を指定する目標値指定手段と、

この目標値指定手段により指定された目標値に対応する流量以下の流量の校正用ガスをガス流路に供給する校正用ガス供給手段と、

この校正用ガス供給手段によって前記ガス流路に供給される前記校正用ガスの流量とこの流量の校正用ガスを前記ガス流路に供給したときの前記自動ガス流量制御装置の検出値とに基づいて、流量で表される目標値を前記最大流量に対する流量比で表される目標値に変換するための流量／流量比変換データを校正する流量／流量比変換データ校正手段とを備えたことを特徴とする自動流量／流量比変換データ校正装置。

【請求項 2】 ガス流路を介してガスの供給先にガスを供給する第 1 のガス供給手段と、

流量で表されるガスの流量の目標値を、流量／流量比変換データに基づいて、制御可能なガスの最大流量に対する流量比で表される目標値に変換する流量／流量比変換手段と、

前記ガス流路を流れるガスの流量を検出するものであって、この検出値が前記最大流量に対する検出流量の比で表される流量検出手段と、

前記流量／流量比変換手段の変換処理により得られた目標値と前記流量検出手段の検出値との偏差が所定の値となるように前記ガス流路を流れるガスの流量を制御する流量制御手段と、

前記流量／流量比変換データの校正時、前記流量制御手段に前記ガス流路に流すガスの流量の目標値として所定の目標値を指定する目標値指定手段と、

前記流量／流量比変換データの校正時、前記目標値指定手段により指定された目標値に対応する流量以下の流量の校正用ガスを前記ガス流路に供給する第 2 のガス供給手段と、

この第 2 のガス供給手段によって前記ガス流路に供給される前記校正用ガスの流量とこの流量の校正用ガスを前記ガス流路に供給したときの前記流量検出手段の検出値とに基づいて、前記流量／流量比変換データを校正する流量／流量比変換データ校正手段とを備えたことを特徴とするガス供給装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、自動ガス流量制御装置を備えたガス供給装置において、流量／流量比変換データを校正する自動流量／流量比変換データ校正装置に関する。ここで、流量／流量比変換データとは、流量で表されるガスの流量の目標値を、上記制御装置が制御可能な最大流量に対する流量比で表される目標値に変換

するためのデータである。また、本発明は、この自動流量／流量比変換データ校正装置を備えたガス供給装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 一般に、半導体デバイスや液晶表示デバイス等の固体デバイスの基板に所定の処理を施す基板処理装置においては、処理容器に処理用ガスやキャリアガス等のガス（以下「使用ガス」という。）を供給するガス供給装置が設けられている。

10 【0003】 このガス供給装置は、通常、ガス流路を流れる使用ガスの流量を自動的に制御する自動ガス流量制御装置を備えている。この自動ガス流量制御装置としては、通常、マスフローコントローラが使用される。

【0004】 このマスフローコントローラは、使用ガスの流量を検出し、この検出値とガス流量の目標値との偏差が、例えば、零となるように、ガス流量を制御するようになっている。このような構成によれば、ガス流量を自動的に目標値に設定することができる。

20 【0005】 このマスフローコントローラにおいては、ガス流量の目標値が、通常、流量ではなく、流量比で表される。すなわち、マスフローコントローラの最大流量（フルスケール）に対する目標流量の比で表される。一方、作業者によって指定されるガス流量の目標値は流量で表される。したがって、このマスフローコントローラを使用する場合は、流量で表される目標値を流量比で表される目標値に変換する必要がある。

30 【0006】 この変換を行うためには、流量を流量比に変換するための流量／流量比変換データが必要になる。従来のガス供給装置では、この流量／流量比変換データとして、マスフローコントローラのフルスケールを用いるようになっていた。このような構成では、流量で表される目標値をフルスケールで割ることにより流量比で表される目標値を得ることができる。

【0007】 図 6 は、上述した従来のガス供給装置を有する基板処理装置の構成の一例を示すブロック図である。

【0008】 図示の基板処理装置は、基板に所定の処理を施すための処理容器 10 と、この処理容器 10 に使用ガスを供給するためのガス供給装置 20 とを有する。

40 【0009】 ガス供給装置 20 は、例えば、H<sub>2</sub>ガスを蓄えるための H<sub>2</sub>ガス源 21 と、O<sub>2</sub>ガスを蓄えるための O<sub>2</sub>ガス源 22 と、H<sub>2</sub>ガス源 21 に蓄えられた H<sub>2</sub>ガスを処理容器 10 に供給するための配管 23 と、この配管 23 を遮断するためのエアバルブ 24 と、O<sub>2</sub>ガス源 22 に蓄えられた O<sub>2</sub>ガスを処理容器 10 に供給するための配管 25 と、この配管 25 を遮断するためのエアバルブ 26 とを有する。

50 【0010】 また、このガス供給装置 20 は、H<sub>2</sub>ガス源 41 から配管 23 を介して処理容器 10 に供給される H<sub>2</sub>ガスの流量を制御するマスフローコントローラ 27

と、O<sub>2</sub>ガス源22から配管25を介して処理容器10に供給されるO<sub>2</sub>ガスの流量を制御するマスフローコントローラ28と、流量で表されるH<sub>2</sub>ガスとO<sub>2</sub>ガスの目標値を流量比で表される目標値に変換するための流量コントローラ29とを有する。

【0011】上述したような構成では、処理容器10に使用ガスを供給する場合、流量コントローラ29により、エアバルブ24、26が開かれる。これにより、H<sub>2</sub>ガス源21とO<sub>2</sub>ガス源22とからそれぞれ配管23、25を介して処理容器10にH<sub>2</sub>ガスとO<sub>2</sub>ガスとが供給される。

【0012】この場合、処理容器10に供給されるH<sub>2</sub>ガスの流量は、マスフローコントローラ27により制御される。これにより、処理容器10に供給されるH<sub>2</sub>ガスの流量（制御出力）は、作業者により指定された目標値（流量で表される目標値）となるように制御される。この制御は、次のようにして行われる。

【0013】まず、作業者により指定された目標値は、流量コントローラ29によりマスフローコントローラ27のフルスケールに対する流量比で表される目標値に変換される。この変換により得られた目標値はマスフローコントローラ27に供給され、制御出力の検出値と比較される。これにより、目標値と検出値との偏差が例えば零となるように、処理容器10に供給されるH<sub>2</sub>ガスの流量が制御される。その結果、処理容器10に供給されるH<sub>2</sub>ガスの流量は、作業者により指定された目標値となるように制御される。

【0014】同様に、処理容器10に供給されるO<sub>2</sub>ガスの流量も、作業者により指定された目標値となるようにマスフローコントローラ28により制御される。

【0015】流量コントローラ29からマスフローコントローラ27、28に供給されるH<sub>2</sub>ガスとO<sub>2</sub>ガスの流量の目標値は、例えば、電圧信号で表される。

【0016】これを具体例を使って説明する。今、目標値の最大値を5（ボルト）の電圧信号で表すものとする。この場合、マスフローコントローラ27、28のフルスケールを10（リットル毎分）とし、作業者により指定されるH<sub>2</sub>ガとO<sub>2</sub>ガスの目標値を5（リットル毎分）とすると、流量コントローラ29からマスフローコントローラ27、28に供給される目標値は、2.5（ボルト）の電圧信号で表される。また、フルスケールを20（リットル毎分）とし、作業者により指定される

$$d = c \cdot (a/b)$$

【0023】このように処理容器10に供給されるH<sub>2</sub>ガスとO<sub>2</sub>ガスの流量が作業者により指定されたH<sub>2</sub>ガスとO<sub>2</sub>ガスの目標値と異なると、本来の基板処理動作とは異なる動作がなされる。これにより、危険な状態や異常な状態が発生することがある。

【0024】例えば、基板処理装置が基板に対してH<sub>2</sub>ガスとO<sub>2</sub>ガスとの燃焼によるバイロジェニック酸化を

\* H<sub>2</sub>ガスとO<sub>2</sub>ガスの目標値を5（リットル毎分）とすると、流量コントローラ29からマスフローコントローラ27、28に供給される目標値は、1.25（ボルト）の電圧信号で表される。

【0017】以上が、従来のガス供給装置20を備えた基板処理装置の構成である。

【0018】ところで、上述したガス供給装置20では、マスフローコントローラ27、28に故障等が発生した場合、これらを交換しなければならないことがある。このような場合、新しいマスフローコントローラ27、28のフルスケールが古いマスフローコントローラ27、28のフルスケールと異なることがある。このような場合、流量コントローラ29に新しいマスフローコントローラ27、28のフルスケールを登録し直さなければならない。

【0019】また、上述したガス供給装置20では、流量コントローラ29に故障等が発生した場合、これを交換しなければならないことがある。このような場合、新しい流量コントローラ29にマスフローコントローラ27、28のフルスケールを登録し直さなければならない。

【0020】流量コントローラ29にマスフローコントローラ27、28のフルスケールを登録し直す場合は、従来のガス供給装置20では、作業者が登録し直すようになっていた。

【0021】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような構成では、作業者が誤って本来のフルスケールとは異なるフルスケールを登録した場合、処理容器10に作業者が指定した目標値とは異なる流量のH<sub>2</sub>ガスやO<sub>2</sub>ガスが供給されるという問題があった。

【0022】これを式を使って説明すると、次のようになる。今、マスフローコントローラ27、28の本来のフルスケールをaとし、流量コントローラ29に登録されているフルスケールをbとする。この場合、作業者により指定された目標値をcとすると、流量コントローラ29により指定される目標値はc/bとなり、本来の目標値c/aとは異なるものとなる。これにより、処理容器10に供給されるH<sub>2</sub>ガスとO<sub>2</sub>ガスの流量dは、次式（1）に示すように、 $c \cdot (a/b)$ となり、作業者により指定された目標値cとは異なるものとなる。

$$\cdots (1)$$

施す装置である場合は、処理容器10に供給されるH<sub>2</sub>ガスとO<sub>2</sub>ガスとの流量比（H<sub>2</sub>:O<sub>2</sub>）が2:1以上になると、爆発する危険性が発生する。また、基板処理装置が基板に所定の薄膜を形成する薄膜形成装置である場合、形成された薄膜が異常になる可能性がある。

【0025】このような問題を解決するためには、処理容器10に供給されるH<sub>2</sub>ガスとO<sub>2</sub>ガスの流量が作業

者により指定された目標値と同じか否かを判定し、異なる場合は、ガスの供給を停止するようにすればよい。

【0026】しかしながら、このような構成を実現することは困難である。しかも、仮に、実現することができたとしても、この構成では、処理容器10に作業者により指定された目標値とは異なる流量のH<sub>2</sub>ガスとO<sub>2</sub>ガスが供給されることを防止することができるだけである。すなわち、流量コントローラ29に本来のフルスケールとは異なるフルスケールが登録されてしまうことを防止することはできない。したがって、このような構成では、フルスケールを何度も登録し直さなければならないことがある。

【0027】そこで、本発明は、流量／流量比変換データを校正する場合、手動によらず、自動的に校正することができる自動流量／流量比変換データ校正装置を提供することを目的とする。

【0028】また、本発明は、このような自動流量／流量比変換データ校正装置を備えたガス供給装置を提供することを目的とする。

【0029】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために請求項1記載の自動流量／流量比変換データ校正装置は、目標値指定手段と、ガス供給手段と、流量／流量比変換データ校正手段とを備えたことを特徴とする。

【0030】ここで、目標値指定手段は、目標値と検出値がそれぞれ制御可能な最大流量に対する目標流量と検出流量の比で表される自動ガス流量制御装置に対して所定の目標値を指定する機能を有する。

【0031】また、ガス供給手段は、目標値指定手段により指定された目標値に対応する流量以下の流量の校正用ガスをガス流路に供給する機能を有する。

【0032】さらに、流量／流量比変換データ校正手段は、ガス供給手段によってガス流路に供給される校正用ガスの流量とこの流量の校正用ガスをガス流路に供給したときの自動ガス流量制御装置の検出値とに基づいて、流量で表される目標値を最大流量に対する流量比で表される目標値に変換するための流量／流量比変換データを校正する機能を有する。

【0033】この請求項1記載の自動流量／流量比変換データ校正装置では、目標値指定手段により自動ガス流量制御装置に対して所定の目標値が指定されるとともに、ガス供給手段によりガス流路に所定流量×1の校正用ガスが供給される。また、流量／流量比変換データ校正手段により、校正用ガスの供給流量×1とこの供給流量×1の校正用ガスをガス流路に供給したときの自動ガス流量制御装置の検出値×2とに基づいて、流量／流量比変換データが校正される。

【0034】ここで、X<sub>2</sub>は、自動ガス流量制御装置の制御出力×3とこの装置が制御可能なガスの最大流量×4との比×3／×4で表される。この場合、制御出力×

3は供給流量×1で表される。これは、供給流量×1が目標値指定手段により指定された目標値に対応する流量×5以下に設定されているからである。すなわち、このような構成によれば、自動ガス流量制御装置に供給された校正用ガスがそのまま出力されるからである。

【0035】これにより、 $X_2 = X_3 / X_4$ のうち、検出値×2と制御出力×3がわかることになる。その結果、最大流量×4もわかることになる。したがって、供給流量×1とこの供給流量×1の制御出力×3の検出値×2とに基づいて、流量／流量比変換データを校正するようによれば、流量／流量比変換データを自動的に校正することができる。

【0036】この場合、流量／流量比変換データとしては、従来と同様に、最大流量×4を用いるようにしてもよいし、この最大流量×4以外のデータを用いるようにしてもよい。最大流量×4以外のデータを用いる場合は、例えば、供給流量×1と検出値×2との組合せを用いるようにしてもよい。

【0037】流量／流量比変換データとして、最大流量×4を用いる場合は、供給流量×1と検出値×2との組合せから最大流量×4を求め、これを登録しておくようにすればよい。

【0038】また、流量／流量比変換データとして、供給流量×1と検出値×2との組合せを用いる場合は、例えば、1つの組合せを用いるようにしてもよいし、複数の組合せを用いるようにしてもよい。

【0039】1つの組合せを用いる場合は、例えば、比例演算により変換処理を行うことができる。これに対し、複数の組合せを用いる場合は、例えば、作業者により指定された目標値と同じ供給流量×1を探す検索処理により変換処理を行うことができる。但し、この検索処理により値の同じ供給流量×1を検索することができない場合は、比例演算により変換処理を行うことができる。

【0040】請求項2記載のガス供給装置は、第1のガス供給手段と、流量／流量比変換手段と、流量検出手段と、流量制御手段と、目標値指定手段と、第2のガス供給手段と、流量／流量比変換手段とを備えたことを特徴とする。

【0041】ここで、第1のガス供給手段は、ガス流路を介してガスの供給先にガスを供給する機能を有する。流量／流量比変換手段と、流量検出手段と、流量制御手段とは、ガス流路を流れるガスの流量を自動的に制御する自動ガス流量制御装置を構成する。目標値指定手段と、第2のガス供給手段と、流量／流量比変換手段とは、流量／流量比変換データを自動的に校正する自動流量／流量比変換データ校正装置を構成する。

【0042】自動ガス流量制御装置において、流量／流量比変換手段は、流量で表されるガスの流量の目標値を、流量／流量比変換データに基づいて、流量制御手段

が制御可能なガスの最大流量に対する流量比で表される目標値に変換する機能を有する。流量検出手段は、ガス流路を流れるガスの流量を検出する機能を有する。この場合、この検出値は最大流量に対する検出流量の比で表される。流量制御手段は、流量／流量比変換手段の変換処理により得られた目標値と流量検出手段の検出値との偏差が所定の値となるように、ガス流路を流れるガスの流量を制御する機能を有する。

【００４３】自動流量／流量比変換データ校正装置において、目標値指定手段は、流量／流量比変換データの校正時、流量制御手段にガス流路に流すガスの流量の目標値として所定の目標値を指定する機能を有する。第２のガス供給手段は、流量／流量比変換データの校正時、目標値指定手段により指定された目標値に対応する流量以下の流量の校正用ガスをガス流路に供給する機能を有する。流量／流量比変換データ校正手段は、第２のガス供給手段によってガス流路に供給される校正用ガスの流量とこの流量の校正用ガスをガス流路に供給したときの流量検出手段の検出値とに基づいて、流量／流量比変換データを校正する機能を有する。

【００４４】この請求項２記載のガス供給装置では、ガスの供給先にガスを供給する場合は、第１のガス供給手段により供給される。この場合、ガスの流量は、自動ガス流量制御装置により作業者により指定された目標値となるように制御される。

【００４５】また、このガス供給装置では、流量／流量比変換データを校正する場合、自動流量／流量比変換データ校正装置により流量／流量比変換データが校正される。この構成処理は、請求項１記載の自動流量／流量比変換データ校正装置による構成処理と同じようにして行われる。

【００４６】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しながら、本発明の実施の形態を詳細に説明する。

【００４７】〔１〕第１の実施の形態

〔１－１〕構成

図１は、本発明の第１の実施の形態の構成を示すブロック図である。なお、図には、本実施の形態のガス供給装置を備えた基板処理装置全体の構成を示す。

【００４８】図示の基板処理装置は、基板に所定の処理を施すための処理容器３０と、この処理容器３０にガスを供給するためのガス供給装置４０とを有する。

【００４９】ガス供給装置４０は、Ｈ２ガスを蓄えるためのＨ２ガス源４１と、Ｏ２ガスを蓄えるためのＯ２ガス源４２と、Ｈ２ガス源４１に蓄えられているＨ２ガスを処理容器３０に供給するための配管４３と、Ｏ２ガス源４２に蓄えられているＯ２ガスを処理容器３０に供給するための配管４４とを有する。

【００５０】また、このガス供給装置４０は、配管４３を遮断するためのエアバルブ４５、４６と、配管４４を

遮断するためのエアバルブ４７、４８と、Ｈ２ガス源４１から処理容器３０に供給されるＨ２ガスの流量を制御するマスフローコントローラ４９と、Ｏ２ガス源４２から処理容器３０に供給されるＯ２ガスの流量を制御するマスフローコントローラ５０とを有する。

【００５１】さらに、このガス供給装置４０は、マスフローコントローラ４９の制御出力をマスフローコントローラ５０に供給するための配管５１と、マスフローコントローラ５０の制御出力をマスフローコントローラ４９に供給するための配管５２と、配管５１を遮断するためのエアバルブ５３と、配管５２を遮断するためのエアバルブ５４とを有する。

【００５２】また、このガス供給装置４０は、流量コントローラ５５を有する。この流量コントローラ５５は、エアバルブ４５～４８、５３、５４の開閉を制御する機能と、流量で表されるＨ２ガスまたはＯ２ガスの流量の目標値を流量比で表される目標値に変換する機能と、この変換で用いられる流量／流量比変換データを自動的に校正する機能等を有する。

【００５３】上記Ｈ２ガス用のマスフローコントローラ４９は、Ｈ２ガスにより校正されている。上記Ｏ２ガス用のマスフローコントローラ５０は、Ｏ２ガスにより校正されている。

【００５４】上記エアバルブ４５は、マスフローコントローラ４９の上流側に設けられ、エアバルブ４６は、下流側に設けられている。上記エアバルブ４７は、マスフローコントローラ５０の上流側に設けられ、エアバルブ４８は、下流側に設けられている。

【００５５】上記配管５１は、一端がマスフローコントローラ４９とエアバルブ４６との間で配管４３に接続され、他端がエアバルブ４７とマスフローコントローラ５０との間で配管４４に接続されている。上記配管５２は、一端がマスフローコントローラ５０とエアバルブ４８との間で配管４４に接続され、他端がエアバルブ４５とマスフローコントローラ４９との間で配管４３に接続されている。

【００５６】図２は、マスフローコントローラ４９または５０の構成を示すブロック図である。

【００５７】図示のマスフローコントローラ４９または５０は、配管４３または４４に挿入されたコントロールバルブ６１と、このコントロールバルブ６１を通過したＨ２ガスまたはＯ２ガスの流量（制御出力）を検出するセンサ６２と、このセンサ６２の検出値と流量コントローラ５５により指定されるＨ２ガスまたはＯ２ガスの流量の目標値との偏差が、例えば零となるように、コントロールバルブ６１の開閉を制御する流量制御部６３とを有する。

【００５８】流量コントローラ５５により指定されるＨ２ガスまたはＯ２ガスの流量の目標値は、流量ではなく、マスフローコントローラ４９、５０が制御可能なＨ

2 ガスまたはO<sub>2</sub>ガスの最大流量（フルスケール）に対する目標流量の比で表される。これに合わせて、センサ62の検出値も、上記最大流量に対する検出流量の比で表される。

#### 【0059】 [1-2] 動作

上記構成において、動作を説明する。

#### 【0060】 [1-2-1] ガス供給動作

まず、図1に示すガス供給装置40のガス供給動作を説明する。この動作は、例えば、ガス供給装置40の電源が投入されることにより実行される。

【0061】 この場合、流量コントローラ55は、エアバルブ45～48、53、54の開閉パターンとしてガス供給用の開閉パターンを設定する。これにより、エアバルブ45～48が開かれ、エアバルブ53、54が閉じられる。その結果、H<sub>2</sub>ガス源41に蓄積されているH<sub>2</sub>ガスが配管43を介して処理容器30に供給される。また、O<sub>2</sub>ガス源42に蓄積されているO<sub>2</sub>ガスが配管44を介して処理容器30に供給される。

【0062】 この場合、処理容器30に供給されるH<sub>2</sub>ガスの流量は、マスフローコントローラ49により制御される。これにより、このH<sub>2</sub>ガスの流量は、作業者によってより指定されたH<sub>2</sub>ガスの目標値（流量で表される目標値）となるように制御される。この制御は、次のようにして行われる。

【0063】 作業者により指定されたH<sub>2</sub>ガスの目標値は、流量コントローラ55により、流量／流量比変換データに基づいて、流量比で表される目標値に変換される。この変換により得られた目標値は、図2に示すマスフローコントローラ49の流量制御部63に供給される。

【0064】 また、このとき、マスフローコントローラ49のセンサ62によりH<sub>2</sub>ガスの制御出力が検出される。この検出値は、流量制御部63に供給される。流量制御部63は、流量コントローラ55から供給される目標値とセンサ62から供給される検出値とを比較し、両者の偏差が零となるように、コントロールバルブ61の開閉度を制御する。これにより、処理容器30に供給されるH<sub>2</sub>ガスの流量が作業者により指定された目標値となるように制御される。

【0065】 詳細な説明は省略するが、処理容器30に供給されるO<sub>2</sub>ガスの流量も、H<sub>2</sub>ガスの流量と同じようにして制御される。

#### 【0066】 [1-2-2] H<sub>2</sub>ガス用の流量／流量比変換データの校正動作

次に、H<sub>2</sub>ガス用の流量／流量比変換データの校正動作を説明する。

【0067】 この校正動作は、ガス供給装置40の電源が投入された場合や、マスフローコントローラ49や流量コントローラ55が交換された場合等に、自動的に、または、作業者が「校正」というコマンドを流量コント

ローラ55に入力することにより開始される。そして、この校正動作は、次のような手順で行われる。

#### 【0068】 [ステップ1] 流量／流量比変換データの校正パターンの設定

まず、流量コントローラ55は、エアバルブ45～48、53、54の開閉パターンとして、H<sub>2</sub>ガスの流量／流量比変換データを校正するための開閉パターンを設定する。これにより、エアバルブ45、48、53が閉じられ、エアバルブ47、54、46が開かれる。

【0069】 エアバルブ47、54、46が開かれることにより、O<sub>2</sub>ガス源42からマスフローコントローラ50、49を介して処理容器30にO<sub>2</sub>ガスが供給される。また、エアバルブ45、48、53が閉じられることにより、H<sub>2</sub>ガス源41からマスフローコントローラ49へのH<sub>2</sub>ガスの供給と、マスフローコントローラ50から処理容器30への制御出力の供給と、マスフローコントローラ49からマスフローコントローラ50への制御出力の供給とが禁止される。

#### 【0070】 [ステップ2] 所定の目標値指定

次に、流量コントローラ55は、H<sub>2</sub>ガス用のマスフローコントローラ49に対して所定の目標値を指定する。この所定の目標値としては、例えば、100%の目標値が指定される。

#### 【0071】 [ステップ3] O<sub>2</sub>ガスの供給

次に、流量コントローラ55は、H<sub>2</sub>ガス用のマスフローコントローラ49に所定流量のO<sub>2</sub>ガスを供給する。この供給は、O<sub>2</sub>ガス用のマスフローコントローラ50に対して所定の目標値を指定することにより行われる。これにより、この目標値に対応する流量のO<sub>2</sub>ガスが、O<sub>2</sub>ガス源42からマスフローコントローラ50を介してマスフローコントローラ49に供給される。

【0072】 この場合、O<sub>2</sub>ガスの供給流量は、ステップ2で設定されたマスフローコントローラ49の目標値に対応する流量（今の例の場合、マスフローコントローラ49のフルスケール）以下となるように設定される。これにより、マスフローコントローラ49に供給されたO<sub>2</sub>ガスは、そのまま出力される。その結果、このマスフローコントローラ49のセンサ62では、O<sub>2</sub>ガス源42からマスフローコントローラ49に供給されたO<sub>2</sub>ガスの流量がそのまま検出される。

【0073】 この場合、O<sub>2</sub>ガスの目標値（供給流量）としては、複数の目標値が順次指定される。この複数の目標値としては、マスフローコントローラ50のフルスケールがマスフローコントローラ49のフルスケール以下であるものとする。例えば、5%、10%、15%、…、100%の目標値が指定される。その結果、マスフローコントローラ49には、目標値5%、10%、15%、…、100%に対応する流量のO<sub>2</sub>ガスが順次供給される。

【0074】 [ステップ4] 検出値の取込み

次に、流量コントローラ 55 は、マスフローコントローラ 49 のセンサ 62 の検出値を取り込む。この取込みは、O<sub>2</sub> ガスの各目標値ごとに行われる。

【0075】 [ステップ 5] 流量の換算

次に、流量コントローラ 55 は、ステップ 3 の処理によりマスフローコントローラ 49 に供給された O<sub>2</sub> ガスの流量を H<sub>2</sub> ガスの供給流量に換算する。これは、マスフローコントローラ 49 が O<sub>2</sub> ガスではなく、H<sub>2</sub> ガスで校正されているためである。この換算処理は、ステップ

$$A3 = A1 \cdot (A2 / 100)$$

【0077】 ここで、O<sub>2</sub> ガスのコンバージョンファクタを 0.98 とし、H<sub>2</sub> ガスのコンバージョンファクタを 1.01 とすると、O<sub>2</sub> ガスの流量 A3 (リットル毎

$$A3 : A4 = 0.98 : 1.01$$

【0078】 これにより、H<sub>2</sub> ガスの流量 A4 (リットル毎分) は、次式 (6) に示すように、約 10.306

$$\begin{aligned} A4 &= (1.01 / 0.98) \cdot A3 \\ &= (1.01 / 0.98) \cdot A1 \cdot (A2 / 100) \end{aligned} \quad \dots (6)$$

【0079】 これを具体例を使って説明する。今、O<sub>2</sub> ガス用のマスフローコントローラ 50 のフルスケール A1 (リットル毎分) を例えば 20 (リットル毎分) と

$$\begin{aligned} A3 &= 20 \cdot (50 / 100) \\ &= 10 \end{aligned}$$

【0080】 これにより、H<sub>2</sub> ガスの流量 A4 (リットル毎分) は、次式 (6) に示すように、約 10.306

$$\begin{aligned} A4 &= 10 (1.01 / 0.98) \\ &= 10.306 \end{aligned}$$

【0081】 [ステップ 6] 変換テーブルの作成

次に、流量コントローラ 55 は、目標値変換用のテーブルに、ステップ 5 で求めた複数の H<sub>2</sub> ガスの流量とステップ 4 で取り込んだ複数の検出値との組合せを流量／流量比変換データとして書き込む。これにより、流量／流量比変換データの校正が終了したことになる。

【0082】 上記のようにして作成されたテーブルを用いて作業により指定された目標値を流量比で表される目標値に変換する処理は、例えば、次のようにして行われる。

【0083】 すなわち、この処理においては、流量コントローラ 55 は、まず、ステップ 6 で作成したテーブル上で、作業により指定された H<sub>2</sub> ガスの流量の目標値と同じ値を持つ H<sub>2</sub> ガスの供給流量を検索する。この検索により同じ値を持つ供給流量が見つければ、流量コントローラ 55 は、この供給流量と組になっている検出値

$$A4 : A5 = A6 : A7$$

【0086】 これにより、流量コントローラ 55 により指定される H<sub>2</sub> ガスの目標値 A7 (%) は、次式 (8)

$$A7 = A6 \cdot A5 / A4$$

【0087】 以上が、H<sub>2</sub> ガス用の流量／流量比変換データの校正動作である。

【0088】 なお、以上の説明では、O<sub>2</sub> ガスの供給流量 A3 (リットル毎分) を H<sub>2</sub> ガスの供給流量 A4 (リ

\* 3 で指定された H<sub>2</sub> ガスの複数の供給流量のそれぞれについて行われる。この場合、この換算処理は、次のようにして行われる。

【0076】 今、O<sub>2</sub> ガス用のマスフローコントローラ 50 のフルスケールを A1 (リットル毎分) とし、流量コントローラ 55 により指定される O<sub>2</sub> ガスの目標値を A2 (%) とする。この場合、H<sub>2</sub> ガス用のマスフローコントローラ 49 に供給される O<sub>2</sub> ガスの流量 A3 (リットル毎分) は、次式 (2) で表される。

$$\dots (2)$$

※ 分) と H<sub>2</sub> ガスの流量 A4 (リットル毎分) との間には、次式 (3) が成り立つ。

$$\dots (3)$$

★ ル毎分) は、次式 (4) で表される。

$$\dots (4)$$

★ し、O<sub>2</sub> ガスの目標値 A2 (%) を 50 (%) とする。

この場合、O<sub>2</sub> ガスの流量 A3 (リットル毎分) は、次

☆ 20 式 (5) に示すように 10 (リットル毎分) となる。

$$\dots (5)$$

◆ (リットル毎分) となる。

$$\dots (6)$$

\* を H<sub>2</sub> ガスの流量比で表される目標値として選択する。

これは、テーブルに記入されている H<sub>2</sub> ガスの供給流量と検出値とは、それぞれ作業により指定される H<sub>2</sub> ガスの目標値と流量コントローラ 55 により指定される目標値に対応するからである。

【0084】 これに対し、同じ供給流量が見つからなければ、流量コントローラ 55 は、例えば、テーブルに記入されている 1 つの組合せ中の H<sub>2</sub> ガスの供給流量と検出値との比例演算により、H<sub>2</sub> ガスの目標値 (流量比で表される目標値) を求める。

【0085】 この比例演算の演算式は、H<sub>2</sub> ガスの供給流量を A4、H<sub>2</sub> ガスの流量 (制御出力) の検出値を A5、作業により指定された H<sub>2</sub> ガスの流量の目標値を A6、流量コントローラ 55 により指定された H<sub>2</sub> ガスの流量の目標値を A7 とすると、次式 (7) で表される。

$$\dots (7)$$

※ で表される。

$$\dots (8)$$

ットル毎分) に換算する流量換算処理を流量／流量比変換データの校正時に求める場合を説明した。しかしながら、本実施の形態では、これを予め求めておくようにしてもよい。

【0089】[1-2-3] O<sub>2</sub>ガス用の流量／流量比変換データの校正動作

次に、O<sub>2</sub>ガス用の流量／流量比変換データの校正動作を説明する。

【0090】この校正動作も、H<sub>2</sub>ガス用の流量／流量比変換データの校正動作と同じようにして行われる。したがって、以下の説明では、この動作を簡単に説明する。

【0091】[ステップ1] 流量／流量比変換データの校正パターンの設定

まず、流量コントローラ55は、エアバルブ45～48, 53, 54の開閉パターンとしてO<sub>2</sub>ガス用の流量／流量比変換データを校正するための開閉パターンを設定する。これにより、エアバルブ46, 47, 54が閉じられ、エアバルブ45, 53, 48が開かれる。

【0092】その結果、H<sub>2</sub>ガス給源41からマスフローコントローラ49, 50を介して処理容器30にH<sub>2</sub>ガスが供給される。また、O<sub>2</sub>ガス源42からマスフローコントローラ50へのO<sub>2</sub>ガスの供給と、マスフローコントローラ49から処理容器30への制御出力の供給と、マスフローコントローラ50からマスフローコントローラ49への制御出力の供給とが禁止される。

【0093】[ステップ2] 所定の目標値指定

次に、流量コントローラ55は、H<sub>2</sub>ガス用のマスフローコントローラ49に対して所定の目標値、例えば、100%の目標値を指定する。

【0094】[ステップ3] H<sub>2</sub>ガスの供給

次に、流量コントローラ55は、O<sub>2</sub>ガス用のマスフローコントローラ50に所定流量のH<sub>2</sub>ガスを供給する。この供給は、H<sub>2</sub>ガス用のマスフローコントローラ49に対して所定の目標値を指定することにより行われる。これにより、この目標値で規定される流量のH<sub>2</sub>ガスがH<sub>2</sub>ガス源41からマスフローコントローラ49を介してマスフローコントローラ50に供給される。この場合、H<sub>2</sub>ガスの流量は、マスフローコントローラ50のフルスケール以下となるように設定される。

【0095】[ステップ4] 検出値の取込み

次に、流量コントローラ55は、O<sub>2</sub>ガス用のマスフローコントローラ50の検出値を取り込む。

【0096】[ステップ5] 流量の換算

次に、流量コントローラ55は、ステップ3のガス供給処理によりマスフローコントローラ50に供給されたH<sub>2</sub>ガスの供給流量をO<sub>2</sub>ガスの供給流量に換算する。

【0097】[ステップ6] 変換テーブルの作成

次に、流量コントローラ55は、ステップ5で求めた複数のO<sub>2</sub>ガスの供給流量とステップ4で取り込んだ複数のO<sub>2</sub>ガスの検出値との組合せを変換テーブルに書き込む。これにより、O<sub>2</sub>ガスの流量／流量比変換データの校正処理が終了する。

【0098】以上が、O<sub>2</sub>ガスの流量／流量比変換デー

タの校正動作である。

【0099】[1-3] 効果

以上詳述した本実施の形態によれば、次のような効果を得ることができる。

【0100】(1) まず、本実施の形態によれば、マスフローコントローラ49または50に所定の目標値を指定するとともに、この目標値に対応する流量以下のO<sub>2</sub>ガスまたはH<sub>2</sub>ガスを供給し、このO<sub>2</sub>ガスまたはH<sub>2</sub>ガスの供給流量とマスフローコントローラ49または50の検出値との組合せに基づいて、H<sub>2</sub>ガスまたはO<sub>2</sub>ガス用の流量／流量比変換データを校正するようにしたので、このデータを自動的に校正することができる。これにより、流量／流量比変換データとして、誤って本来のデータとは異なるデータを校正してしまうことを防止することができる。

【0101】(2) また、本実施の形態によれば、流量／流量比変換データを校正すべき側のマスフローコントローラ49または50に所定流量のガスを供給する場合、流量／流量比変換データを校正しない側のマスフローコントローラ50または49を利用して供給するようにしたので、流量／流量比変換データの自動校正を実現するために従来のガス供給装置40に追加する要素を極力少なくすることができる。これにより、ガス供給装置40の構成を簡単にすることができる。

【0102】(3) また、本実施の形態によれば、流量／流量比変換データとして複数のデータ(組合せ)を登録するようにしたので、作業者により指定された目標値と同じ供給流量を持つ流量／流量比変換データがテーブルに存在する可能性を高めることができる。これにより、目標値を変換するための時間を短縮する可能性を高めることができる。

【0103】(4) また、本実施の形態によれば、流量／流量比変換データを校正する側のマスフローコントローラ49または50に対して所定の目標値を指定する場合、100%の目標値を指定するようにしたので、流量／流量比変換データとして、複数のデータを登録する場合、この登録データ数を多くすることができる。

【0104】[2] 第2の実施の形態

[2-1] 構成

図3は、本発明の第2の実施の形態の構成を示すブロック図である。なお、図3において、先の図1とほぼ同じ機能を果たす部分には同一符号を付して詳細な説明を省略する。

【0105】先の第1の実施の形態では、流量／流量比変換データを校正すべき側のマスフローコントローラ49または50に校正用のガスを供給する場合、基板処理用のガス(O<sub>2</sub>ガスまたはH<sub>2</sub>ガス)を供給する場合を説明した。これに対し、本実施の形態では、校正専用のガスを供給するようにしたものである。

【0106】すなわち、図3において、71は、校正専



用のガスが蓄積されたガス源である。図には、校正専用のガスとして、不活性ガスであるN2ガスを用いる場合を代表として示す。

【0107】このN2ガス源71は、配管72を介してマスフローコントローラ50の入力口に接続されるとともに、この配管72から分岐された配管73を介してマスフローコントローラ49の入力口に接続されている。各配管72、73には、それぞれこれらを遮断するためのエアバルブ74、75が挿入されている。

【0108】[2-2]動作

上記構成において、動作を説明する。なお、本実施の形態のガス供給動作は、先の実施の形態のガス供給動作とほぼ同じである。したがって、以下の説明では、ガス供給動作を省略し、流量/流量比変換データの校正動作のみを説明する。

【0109】[2-2-1] H2ガス用の流量/流量比変換データの校正動作

まず、H2ガス用の流量/流量比変換データの校正動作を説明する。この校正動作は次のような手順で行われる。

【0110】[ステップ1] 流量/流量比変換データの校正パターンを設定

まず、流量コントローラ55は、エアバルブ45～48、53、54、74、75の開閉パターンとして、H2ガスの流量/流量比変換データを校正するための開閉パターンを設定する。これにより、エアバルブ45、47、48、53、75が閉じられ、エアバルブ74、54、46が開かれる。

【0111】その結果、N2ガス供給源71からマスフローコントローラ50、49を介して処理容器30にN2ガスが供給される。また、ガス源41、42とからマスフローコントローラ49、50へのガスとの供給と、マスフローコントローラ50から処理容器30への制御出力の供給と、マスフローコントローラ49からマスフローコントローラ50への制御出力の供給とが禁止され

$$B3 = B1 \cdot (B2 / 100)$$

【0118】ここで、N2ガスのコンバージョンファクタを1.00とし、O2ガスのコンバージョンファクタを0.98とすると、N2ガスの供給流量B3（リット

$$B3 : B4 = 1.00 : 0.98$$

【0119】これにより、O2ガスの供給流量B4（リ

$$B4 = (0.98 / 1.00) \cdot B3 \\ = 0.98 \cdot B3$$

【0120】この換算により得られたO2ガスの供給流量B3（リットル毎分）をH2ガスの供給流量B5（リットル毎分）に換算する処理は、次のようにして行われる。

【0121】今、H2ガスのコンバージョンファクタを

$$B4 : B5 = 0.98 : 1.01$$

【0122】これにより、H2ガスの流量B5（リット

\* する。

【0112】[ステップ2] 所定の目標値の指定

次に、流量コントローラ55は、H2ガス用のマスフローコントローラ49に対して所定の目標値として、例えば、100%の目標値を指定する。

【0113】[ステップ3] N2ガスの供給

次に、流量コントローラ55は、H2ガス用のマスフローコントローラ49に所定流量のN2ガスを供給する。

この供給は、O2ガス用のマスフローコントローラ50に対して所定の目標値を指定することにより行われる。

これにより、この目標値に対応する流量のN2ガスがN2ガス源71からマスフローコントローラ50を介してマスフローコントローラ49に供給される。この場合、N2ガスの供給流量は、マスフローコントローラ49のフルスケール以下となるように設定される。また、この場合も、N2ガスの供給流量として、例えば、複数の供給流量が設定される。

【0114】[ステップ4] 検出値の取込み

次に、流量コントローラ55は、マスフローコントローラ49のセンサ62の検出値を取り込む。

【0115】[ステップ5] 流量の換算

次に、流量コントローラ55は、ステップ3の処理によりマスフローコントローラ49に供給されたN2ガスの流量をH2ガスの供給流量に換算する。この換算処理は、N2ガスの供給流量をO2ガスの供給流量に換算する処理と、この換算処理により得られたO2ガスの供給流量をH2ガスの供給流量に換算する処理とからなる。

【0116】N2ガスの供給流量をO2ガスの供給流量に換算する処理は、次のようにして行われる。

【0117】今、O2ガス用のマスフローコントローラ50のフルスケールをB1（リットル毎分）とし、流量コントローラ55により指定されるN2ガスの目標値をB2（%）とする。この場合、H2ガス用のマスフローコントローラ49に供給されるN2ガスの流量B3（リットル毎分）は、次式（9）で表される。

$$\dots (9)$$

※ル毎分）とO2ガスの供給流量B4（リットル毎分）との間には、次式（10）が成り立つ。

$$\dots (10)$$

★ットル毎分）は、次式（11）で表される。

$$\dots (11)$$

☆1.01とする。この場合、マスフローコントローラ49に供給されるO2ガスの流量B4（リットル毎分）とH2ガスの流量B5（リットル毎分）との間には、次式（12）が成り立つ。

$$\dots (12)$$

50 ル毎分）は、次式（13）で表される。

17

$$\begin{aligned}
 B5 &= (1.01 / 0.98) \cdot B4 \\
 &= (1.01 / 0.98) \cdot 0.98 \cdot B3 \\
 &= 1.01 B3 \\
 &= 1.01 B1 \cdot (B2 / 100) \quad \dots (13)
 \end{aligned}$$

【0123】これを具体例を使って説明する。今、例えば、O<sub>2</sub>ガス用のマスフローコントローラ50のフルスケールB1（リットル毎分）を20（リットル毎分）とし、N<sub>2</sub>ガスの目標値B2（%）を50（%）とする。

\*

$$\begin{aligned}
 B5 &= 1.01 \cdot 20 (50 / 100) \\
 &= 10.1
 \end{aligned}$$

【0124】【ステップ6】変換テーブルの作成  
次に、流量コントローラ55は、変換テーブルに、ステップ5で求めたH<sub>2</sub>ガスの複数の供給流量B5とステップ4で取り込んだH<sub>2</sub>ガスの複数の検出値との組合せを書き込む。これにより、H<sub>2</sub>ガスの流量／流量比変換データが校正されたことになる。

【0125】以上が、H<sub>2</sub>ガス用の流量／流量比変換データの校正動作である。

【0126】【2-2-2】O<sub>2</sub>ガス用の流量／流量比変換データの校正動作

次に、O<sub>2</sub>ガス用の流量／流量比変換データの校正動作を説明する。

【0127】この校正動作も、H<sub>2</sub>ガス用の流量／流量比変換データの校正動作とほぼ同じようにして行われる。したがって、以下の説明では、この校正動作を簡単に説明する。

【0128】【ステップ1】流量／流量比変換データの校正パターンの設定

まず、流量コントローラ55は、エアバルブ45～48、53、54、74、75の開閉パターンとして、O<sub>2</sub>ガスの流量／流量比変換データを校正するための開閉パターンを設定する。これにより、エアバルブ45、46、47、54、74が閉じられ、エアバルブ75、53、48が開かれる。

【0129】その結果、N<sub>2</sub>ガス供給源71からマスフローコントローラ49、50を介して処理容器30にN<sub>2</sub>ガスが供給される。また、ガス源41、42からマスフローコントローラ49、50へのガスとの供給と、マスフローコントローラ49から処理容器30への制御出力の供給と、マスフローコントローラ50からマスフローコントローラ49への制御出力の供給とが禁止される。

【0130】【ステップ2】所定の目標値指定

次に、流量コントローラ55は、O<sub>2</sub>ガス用のマスフローコントローラ50に対して所定の目標値として、例えば、100%の目標値を指定する。

【0131】【ステップ3】O<sub>2</sub>ガスの供給

次に、流量コントローラ55は、O<sub>2</sub>ガス用のマスフローコントローラ50に所定流量のN<sub>2</sub>ガスを供給する。この供給は、H<sub>2</sub>ガス用のマスフローコントローラ49

18

\* この場合、H<sub>2</sub>ガスの流量B5（リットル毎分）は、次式（14）に示すように、約9.9（リットル毎分）となる。

…（14）

に対して所定の目標値を指定することにより行われる。これにより、この目標値で規定される流量のN<sub>2</sub>ガスがN<sub>2</sub>ガス源71からマスフローコントローラ49を介してマスフローコントローラ50に供給される。

【0132】【ステップ4】検出値の取込み

次に、流量コントローラ55は、マスフローコントローラ50のセンサ62の検出値を取り込む。

【0133】【ステップ5】流量の換算

次に、流量コントローラ55は、ステップ3のガス供給処理によりマスフローコントローラ50に供給されたN<sub>2</sub>ガスの流量をO<sub>2</sub>ガスの流量に換算する。

【0134】【ステップ6】変換テーブルの作成

次に、流量コントローラ55は、ステップ5で求めたO<sub>2</sub>ガスの供給流量とステップ4で取り込んだ検出値とを変換テーブルに書き込む。これにより、流量／流量比変換データが校正されたことになる。

【0135】以上が、O<sub>2</sub>ガス用の流量／流量比変換データの校正動作である。

【0136】【2-3】効果

30 以上詳述した本実施の形態においても、先の実施の形態とほぼ同じ効果を得ることができるとともに、さらに、流量／流量比変換データの校正にO<sub>2</sub>ガスやH<sub>2</sub>ガスより安価なN<sub>2</sub>ガスを用いることができるという利点を得ることができる。

【0137】【3】第3の実施の形態

【3-1】構成

40 図4は、本発明の第3の実施の形態の構成を示すブロック図である。なお、図4において、先の図3とほぼ同じ機能を果たす部分には同一符号を付して詳細な説明を省略する。

【0138】先の第2の実施の形態では、校正用のガスの供給流量を設定する場合、流量／流量比変換データを校正しない側のマスフローコントローラ49または50を用いて設定する場合を説明した。

【0139】これに対し、本実施の形態では、図4に示すように、流量設定用の標準マスフローコントローラ76を設け、このマスフローコントローラ76により、校正用のガスの供給流量を設定するようにしたものである。

50 【0140】この標準マスフローコントローラ76は、

例えば、N2ガス源71とエアバルブ74との間に挿入されている。このような構成においては、N2ガスをマスフローコントローラ49に供給するための配管73及びエアバルブ75（図3参照）と、マスフローコントローラ49の制御出力をマスフローコントローラ50に供給するための配管51及びエアバルブ53（図3参照）と、マスフローコントローラ49の制御出力が処理容器30に供給されることを防止するためのエアバルブ46（図3参照）とが必要になる。

【0141】なお、この標準マスフローコントローラ76は、N2ガスにより校正されている。

【0142】〔3-2〕動作  
上記構成において、動作を説明する。

【0143】本実施の形態では、エアバルブ45、47、48、74の1つの開閉パターンで、H2ガスの流量/流量比変換データとO2ガスの流量/流量比変換データとを同時に校正することもできるし、いずれか一方のみを校正することもできる。以下の説明では、2つの流量/流量比変換データの校正を同時に行う場合を代表として説明する。

【0144】〔ステップ1〕流量/流量比変換データの校正パターンの設定

まず、流量コントローラ55は、エアバルブ45、47、48、54、74の開閉パターンとして、流量/流量比変換データを校正するためのパターンを設定する。これにより、エアバルブ45、47、48が閉じられ、エアバルブ74、54が開かれる。

【0145】その結果、N2ガス供給源71からマスフローコントローラ76、50、49を介して処理容器30にN2ガスが供給される。また、H2ガス源41からマスフローコントローラ49へのH2ガスの供給と、O2ガス源42からマスフローコントローラ50へのO2

$$C3 = C1 \cdot (C2 / 100)$$

【0152】ここで、N2ガスのコンバージョンファクタを1.00とし、O2ガスのコンバージョンファクタを0.98とすると、N2ガスの供給流量C3（リットル毎分）とO2ガスの供給流量C4（リットル毎分）との間には、次式（16）が成り立つ。

$$C3 : C4 = 1.00 : 0.98$$

【0153】これにより、O2ガスの供給流量C4（リットル毎分）は、次式（17）で表される。

$$C4 = (0.98 / 1.00) \cdot C3 \\ = 0.98 \cdot C3$$

【0154】同様に、H2ガスの供給流量C5（リットル毎分）は、H2ガスのコンバージョンファクタを1.01とすると、H2ガスの供給流量C5（リットル毎分）は、次式（18）で表される。

$$C5 = 1.01 \cdot C3$$

【0156】これを具体例を使って説明する。今、例えば、標準マスフローコントローラ76のフルスケールC1（リットル毎分）を20（リットル毎分）とし、N2

$$C4 = 0.98 \cdot 20 (50 / 100) \\ = 9.8$$

【0157】同様に、H2ガスの供給流量C4（リットル毎分）は、次式（20）に示すように、約10.1

\* ガスの供給と、処理容器30へのマスフローコントローラ50の制御出力の供給とが禁止される。

【0146】〔ステップ2〕所定の目標値の指定

次に、流量コントローラ55は、H2ガス用のマスフローコントローラ49とO2ガス用のマスフローコントローラ50に対して、所定の目標値として、例えば、100%の目標値を指定する。

【0147】〔ステップ3〕N2ガスの供給

次に、流量コントローラ55は、マスフローコントローラ50、49に所定流量のN2ガスを供給する。この供給は、標準マスフローコントローラ76に対して所定の目標値を指定することにより行われる。これにより、この目標値で規定される流量のN2ガスがN2ガス供給源71から標準マスフローコントローラ75を介してマスフローコントローラ50、49に順次に供給される。

【0148】〔ステップ4〕検出値の取込み

次に、流量コントローラ55は、マスフローコントローラ50、49の検出値を取り込む。

【0149】〔ステップ5〕供給流量の換算処理

次に、流量コントローラ55は、ステップ3のガス供給処理によりマスフローコントローラ50、49に供給されたN2ガスの流量をO2ガスの供給流量とH2ガスの供給流量に換算する。

【0150】N2ガスの供給流量をO2ガスの供給流量に換算する処理は、次のようにして行われる。

【0151】今、標準マスフローコントローラ75のフルスケールをC1（リットル毎分）とし、流量コントローラ55により指定されるN2ガスの流量の目標値をC2（%）とする。この場合、O2ガス用のマスフローコントローラ50に供給されるN2ガスの流量C3（リットル毎分）は、次式（15）で表される。

$$\dots (15)$$

※ル毎分）とO2ガスの供給流量C4（リットル毎分）との間には、次式（16）が成り立つ。

$$\dots (16)$$

★ットル毎分）は、次式（17）で表される。

$$\dots (17)$$

☆とすると、次式（18）で表される。

【0155】

$$\dots (18)$$

◆ガスの目標値C2（%）を50（%）とすると、O2ガスの供給流量C4（リットル毎分）は、次式（19）に示すように、約9.8（リットル毎分）となる。

$$\dots (19)$$

（リットル毎分）となる。

$$C5 = 1.01 \cdot 20 (50/100) \\ = 10.1$$

【0158】[ステップ6] 変換テーブルの作成  
次に、流量コントローラ55は、ステップ5で求めたO2ガスの供給流量とステップ4で取り込んだマスフローコントローラ50の検出値との組合せをO2ガス用の変換テーブルに書き込む。これにより、O2ガスの流量／流量比変換データが校正されたことになる。

【0159】同様に、流量コントローラ55は、ステップ5で求めたH2ガスの供給流量とステップ4で取り込んだマスフローコントローラ49の検出値との組合せをH2ガス用の変換テーブルに書き込む。これにより、H2ガスの流量／流量比変換データが校正されたことになる。

【0160】以上が、H2ガスの流量／流量比変換データとO2ガスの流量／流量比変換データとの校正を同時に行う場合の動作である。なお、これら2つの流量／流量比変換データのいずれか一方の校正を行う場合は、ステップ4～6の処理をいずれか一方についてだけ行えばよい。

#### 【0161】[3-3] 効果

以上詳述した本実施の形態においても、先の第2の実施の形態とほぼ同じ効果を得ることができるとともに、さらに次のような効果を得ることができる。

【0162】(1) まず、本実施の形態によれば、校正用のガスの供給流量を設定するマスフローコントローラとして、流量設定専用の標準マスフローコントローラ76を設けるようにしたので、H2ガスの流量／流量比変換データとO2ガスの流量／流量比変換データとを同時に校正することができる。

【0163】(2) また、このような構成によれば、先の第1、第2の実施の形態のように、基板処理用のマスフローコントローラ49、50をたすき掛けする必要がないので、先の第1、第2の実施の形態よりエアバルブや配管の数を減らすことができる。

#### 【0164】[3-4] 変形例

以上の説明では、標準マスフローコントローラ76をマスフローコントローラ50に接続する場合を説明した。しかしながら、本実施の形態では、これをマスフローコントローラ49に接続するようにしてもよい。

#### 【0165】[4] 第4の実施の形態

##### [4-1] 構成

図5は、本発明の第4の実施の形態の構成を示すブロック図である。なお、図5において、先の図4とほぼ同じ機能を果たす部分には同一符号を付して詳細な説明を省略する。

【0166】先の第3の実施の形態では、流量設定用の標準マスフローコントローラ76に基板処理用の2つのマスフローコントローラ49、50を直列に接続する場合を説明した。これに対し、本実施の形態は、図5に示

…(20)

すように、これらを並列に接続するようにしたものである。

【0167】すなわち、配管77の一端は、N2ガス源71の出力口に接続され、他端は、配管78を介してマスフローコントローラ49の入力口に接続されるとともに、配管79を介してマスフローコントローラ50の入力口に接続されている。標準マスフローコントローラ76は、配管77に挿入されている。配管78、79には、これらを遮断するためのエアバルブ80、81が挿入されている。

#### 【0168】[4-2] 動作

上記構成において、動作を説明する。本実施の形態においても、先の第3の実施の形態と同様に、H2ガスの流量／流量比変換データとO2ガスの流量／流量比変換データとを同時に校正することができるとともに、いずれか一方のみを校正することができる。

【0169】H2ガスの流量／流量比変換データのみを校正する場合は、流量コントローラ55は、エアバルブ45、47、81を閉じ、エアバルブ80を開く。これにより、この場合は、N2ガス源71から標準マスフローコントローラ76を介してH2ガス用のマスフローコントローラ49にN2ガスが供給される。

【0170】これに対し、O2ガスの流量／流量比変換データのみを校正する場合は、流量コントローラ55は、エアバルブ45、47、80を閉じ、エアバルブ81を開く。これにより、この場合は、N2ガス源71から標準マスフローコントローラ76を介してO2ガス用のマスフローコントローラ50にN2ガスが供給される。

【0171】また、2つの流量／流量比変換データを同時に校正する場合は、流量コントローラ55は、エアバルブ45、47を閉じ、エアバルブ80、81を開く。これにより、この場合は、N2ガス源71から標準マスフローコントローラ76を介してH2ガス用のマスフローコントローラ49とO2ガス用のマスフローコントローラ50にN2ガスが供給される。

【0172】この場合、マスフローコントローラ49、50には、配管78、79の径比に応じた流量のN2ガスが供給される。したがって、予め、この径比を流量コントローラ55に登録しておけば、標準マスフローコントローラ76にマスフローコントローラ49、50を並列に接続しているにもかかわらず、流量コントローラ55は、マスフローコントローラ40、55に供給されるN2ガスの流量を認識することができる。

【0173】なお、校正処理の手順は、上述した第3の実施の形態とほぼ同じなので、ここでは、説明を省略する。

【0174】[4-3] 効果

以上詳述した本実施の形態によれば、流量設定用の標準マスフローコントローラ 76 に基板処理用のマスフローコントローラ 49、50 を並列に接続するようにしたので、H<sub>2</sub> ガスの流量／流量比変換データと O<sub>2</sub> ガスの流量／流量比変換データとのいずれか一方を校正する場合、校正側のマスフローコントローラ 49 または 50 にのみ校正用の N<sub>2</sub> ガスを供給することができるという利点を得ることができる。

#### 【0175】 [5] その他の実施の形態

以上、本発明の 4 つの実施の形態を詳細に説明したが、本発明は、上述したような実施の形態に限定されるものではない。

【0176】 (1) 例えば、先の実施の形態では、流量／流量比変換データを複数の組合せ（校正用のガスの供給流量と検出値）によって表す場合を説明した。しかしながら、本発明は、これを 1 つの組合せで表すようにしてもよい。このような構成によっても、例えば、比例演算によって目標値の変換を行うことができる。

【0177】 (2) また、先の実施の形態では、流量／流量比変換データとして、校正用ガスの供給流量と検出値との組合せを用いる場合を説明した。しかしながら、本発明では、この組合せから求めたフルスケールを用いるようにしてもよい。

【0178】 (3) また、先の実施の形態では、流量／流量比変換データを校正すべき側のマスフローコントローラに校正用のガスを所定流量供給する場合、マスフローコントローラを使って供給する場合を説明した。しかしながら、本発明は、マスフローコントローラ以外の装置等を使って供給するようにしてもよい。

【0179】 (4) この他にも、本発明は、その要旨を逸脱しない範囲で、種々様々変形実施可能なことは勿論である。

#### 【0180】

【発明の効果】 以上詳述したように請求項 1 記載の自動

流量／流量比変換データ校正装置または請求項 2 記載のガス供給装置によれば、流量／流量比変換データを校正する側の自動ガス流量制御装置に所定の目標値を指定するとともに、この目標値に対応する流量以下の校正用ガスを供給し、この校正用ガスの供給流量と自動ガス流量制御装置の検出値との組合せに基づいて、流量／流量比変換データを校正するようにしたので、このデータを自動的に校正することができる。これにより、流量／流量比変換データを登録する場合、誤って本来のデータとは異なるデータを登録してしまうことを防止することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の第 1 の実施の形態の構成を示すブロック図である。

【図 2】 本発明の第 1 の実施の形態に用いられるマスフローコントローラの構成を示すブロック図である。

【図 3】 本発明の第 2 の実施の形態の構成を示すブロック図である。

【図 4】 本発明の第 3 の実施の形態の構成を示すブロック図である。

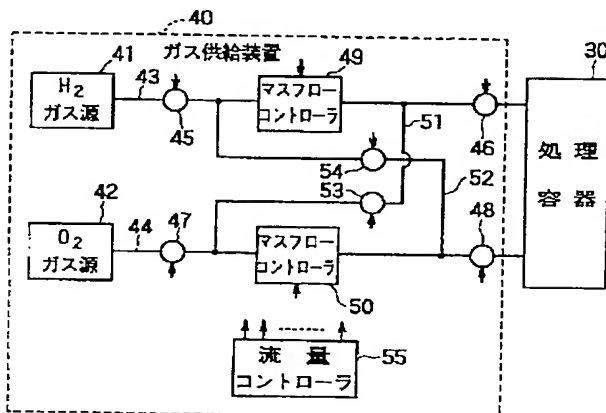
【図 5】 本発明の第 4 の実施の形態の構成を示すブロック図である。

【図 6】 従来のガス供給装置を備えた基板処理装置の構成を示すブロック図である。

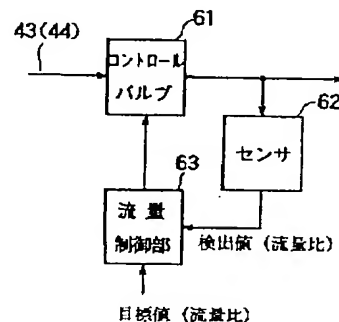
#### 【符号の説明】

30…処理容器、40…ガス供給装置、41…H<sub>2</sub> ガス源、42…O<sub>2</sub> ガス源、43、44、51、52、72、73、77、78、79…配管、45、46、47、48、53、54、74、75、80、81…エアバルブ、49…H<sub>2</sub> ガス用マスフローコントローラ、50…O<sub>2</sub> ガス用マスフローコントローラ、55…流量コントローラ、61…コントロールバルブ、62…センサ、63…流量制御部、71…N<sub>2</sub> ガス源、76…標準マスフローコントローラ。

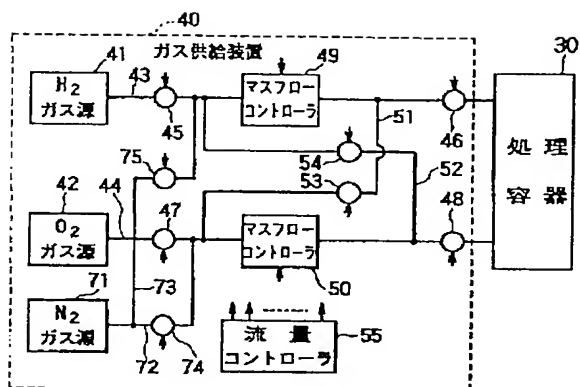
【図 1】



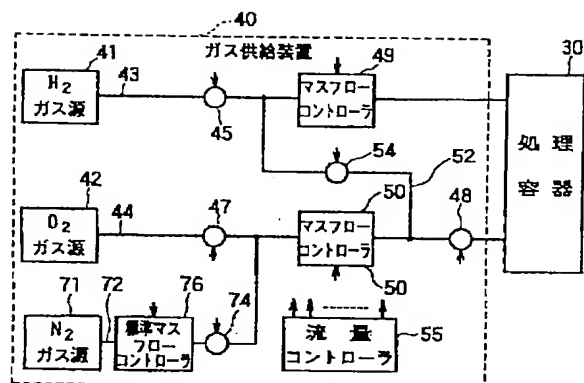
【図 2】



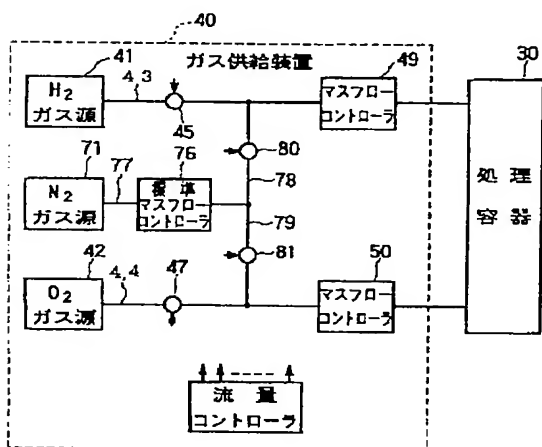
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【図 6】

